



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10171045 A**(43) Date of publication of application: **26 . 06 . 98**

(51) Int. Cl

G03B 33/12
G02F 1/13
G02F 1/1335
G09F 9/00
H04N 9/31

(21) Application number: **08352003**(22) Date of filing: **10 . 12 . 96**(71) Applicant: **SEIKO EPSON CORP**

(72) Inventor: **USHIYAMA TOMIYOSHI**
YAJIMA FUMITAKA
OGAWA TAKANORI

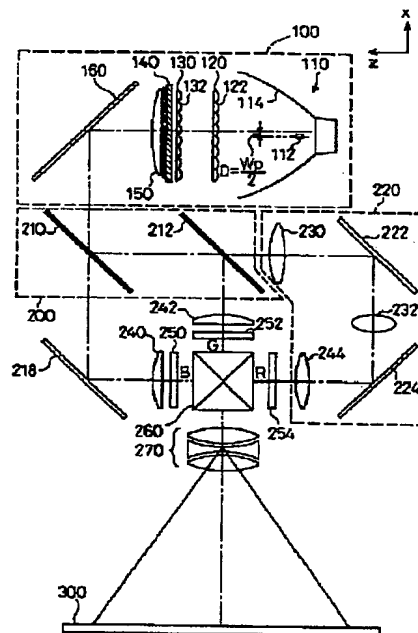
(54) PROJECTION TYPE DISPLAY DEVICE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the deterioration of the white balance and the color irregularity of a color picture in a projection type display device.

SOLUTION: Light emitted from an illumination optical system 100 is separated into three color light beams of blue, green and red by a color light separation means 200 and modulated by liquid crystal light valves 250, 252 and 254 based on picture signals given to the respective liquid crystal light valves. The modulated light beams emitted from the respective liquid crystal light valves are synthesized by a cross dichroic prism 260 and projected on a projection screen 300 by a projection lens system 270. Then, a picture is displayed. At this time, the red light beam whose luminosity with respect to the loss of the light quantity thereof is the smallest out of three color light beams is defined as the color light beam made incident on the liquid crystal light valve 254 through a light transmission means 220.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-171045

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月26日

(51) IntCl.⁶

識別記号

F I

G 0 3 B 33/12

G 0 3 B 33/12

G 0 2 F 1/13

G 0 2 F 1/13

5 0 5

1/1335

5 3 0

1/1335

5 3 0

G 0 9 F 9/00

G 0 9 F 9/00

3 6 0 D

H 0 4 N 9/31

H 0 4 N 9/31

C

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平8-352003

(22) 出願日

平成8年(1996)12月10日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 牛山 富芳

長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 矢島 章隆

長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 小川 恭範

長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

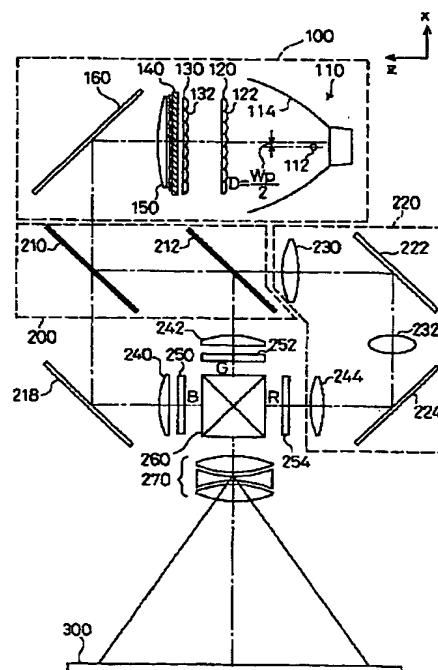
(74) 代理人 弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 投写型表示装置

(57) 【要約】

【課題】 投写型表示装置におけるカラー画像の白バランスの劣化や色ムラを抑える。

【解決手段】 照明光学系100の出射光が色光分離手段200によって、青色光、緑色光、赤色光の3つの色光に分離され、液晶ライトバルブ250、252、254によって、それぞれの液晶ライトバルブに与えられた画像信号に基づいて変調される。各液晶ライトバルブから出射される変調光は、クロスダイクロックプリズム260によって合成され、投写レンズ系270によって投写スクリーン300上に投写され、画像が表示される。このとき、3つの色光のうち、その光量の損失に対する視感度が最も小さい赤色光を、導光手段220を通して液晶ライトバルブ254に入射する色光とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、
前記光源から出射された光を1種類の偏光光に変換して出射する偏光変換部と、
を備えて、所定の偏光方向の出射光を出射する偏光照明手段と、
前記偏光照明手段の出射光を第1、第2、第3の3つの色光に分離する色光分離手段と、
前記第1、第2、第3の色光を、与えられた画像信号に基づいてそれぞれ変調し、第1、第2、第3の変調光として出射する第1、第2、第3の光変調手段と、
前記第1、第2、第3の変調光を合成する色光合成手段と、
前記色光合成手段から出射された合成光を投写する投写光学系と、を備え、
前記投写型表示装置は、さらに、
複数のレンズを有し、前記第3の色光を前記第3の光変調手段に導くための導光手段を備え、
前記第3の色光は、前記色光分離手段で分離された3つの色光のうち、前記導光手段を通過することにより発生する光量の損失に対する視感度が、前記第1、第2の色光よりも小さい色光であることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項2】 前記第3の色光は、前記偏光変換部を通過する際の光量の損失が、前記第1、第2の色光よりも少ない色光であることを特徴とする請求項1記載の投写型表示装置。

【請求項3】 請求項1または2記載の投写型表示装置であって、
前記偏光照明手段は、さらに、
前記光源から出射された光を複数の部分光束に分割する光束分割手段を備え、前記偏光変換部は、
前記光束分割手段によって分割された前記複数の部分光束のそれぞれを2種類の直線偏光光に分離する偏光分離手段と、
前記偏光分離手段により分離された2種類の直線偏光光を1種類の偏光光に変換する偏光変換手段と、を備えることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項4】 前記複数のレンズのうち、少なくとも一つのレンズが有する少なくとも一つの曲面を非球面とすることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の投写型表示装置。

【請求項5】 前記複数のレンズの少なくとも一つは、2つのレンズ曲面を有し、前記2つのレンズ曲面の曲率半径が互いに異なることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の投写型表示装置。

【請求項6】 非球面からなる曲面を有する前記複数のレンズの少なくとも一つのレンズがプラスチックレンズであることを特徴とする請求項4または5記載の投写型表示装置。

【請求項7】 前記偏光変換部と前記色分離手段との間に集光レンズを設け、前記集光レンズの曲面部の少なくとも一つを非球面とすることを特徴とする請求項6記載の投写型表示装置。

【請求項8】 前記3つの色光が赤色光、緑色光および青色光であるときには、前記第3の色光が赤色光であることを特徴とする請求項1記載の投写型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、投写型表示装置に関し、詳しくは、1種類の偏光光で変調手段を照明するために偏光照明装置を用いた投写型表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の投写型表示装置として、偏光照明装置を用いた投写型表示装置が提案されている（例えば、WO96/20422等）。図7は、従来の投写型表示装置の概略構成図である。簡単にこの投写型表示装置について説明する。偏光照明装置1000は、光源部1110から出射するランダムな偏光方向を有する平行光（白色光）を第1、第2の光学素子1120、1130により1種類の直線偏光光として出射するものである。偏光照明装置から出射された照明光は、青色光緑色光反射ダイクロイックミラー1200および緑色光反射ダイクロイックミラー1210によって赤色光、青色光、緑色光の3色の色光に分離される。青色光緑色光反射ダイクロイックミラー1200を透過して分離された赤色光は、反射ミラー1300で反射して赤色光用の液晶ライトバルブ1400に入射され、緑色光反射ミラー1210で反射して分離された緑色光は、緑色光用の液晶ライトバルブ1410に入射される。また、分離された青色光は各色光のうちで最も長い光路長を持つので、青色光に対しては、入射側レンズ1502、リレーレンズ1504および出射側レンズ1506からなるリレー光学系で構成された導光手段1500を有している。すなわち、青色光は、緑色光反射ダイクロイックミラーを透過した後に、まず、入射側レンズ1502および反射ミラー1503を経て、リレーレンズ1504に導かれ、このリレーレンズ1504内に集束された後、反射ミラー1505を経て出射側レンズ1506に導かれ、この出射側レンズを透過した後に、青色光用の液晶ライトバルブ1420に入射される。3つの液晶ライトバルブ1400、1410、1420は、それぞれの色光を、液晶ライトバルブに与えられた制御信号（画像信号）に基づいて変調して、ダイクロイックプリズム1600に出射する。ダイクロイックプリズム1600は、入射された3つの色光を合成して投写レンズ1700に出射する。投写レンズ1700を通過した合成光によって、スクリーン1800上に画像が形成される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の投写型表示装置において、装置の小型化を図るためには、リレーレンズ系(図7)の小型化が重要である。このリレーレンズ系の小型化のためには、従来よりも曲率の大きなレンズの使用が望まれるが、このようなレンズには、一般的に収差の問題が発生する。この問題を解決する手段として非球面レンズの利用が考えられるが、非球面レンズを安価に精度よく実現するためには、プラスチックレンズの使用が好ましい。しかし、プラスチックレンズの光の透過率は、一般に青色光側(短波長側)で低下する。ここで、青色光の光路には、図7に示すようにリレーレンズ系を含み、青色光はこの光路を通過することにより、その光量をさらに低下させ、白バランス劣化や色ムラを招く結果となる。したがって、リレーレンズ系にプラスチックレンズを用いた非球面レンズの利用が困難であり、装置の小型化のネックとなっていた。

【0004】この発明は、従来技術における上述の課題を解決するためになされたものであり、投写型表示装置におけるカラー画像の白バランスの劣化や色ムラを抑え

るとともに、装置の小型化が可能な投写型表示装置を提

供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上述の課題を解決するため、本発明は、投写型表示装置であって、光源と、前記光源から出射された光を、1種類の偏光光に変換して出射する偏光変換部と、を備えて、所定の偏光方向の出射光を出射する偏光照明手段と、前記偏光照明手段の出射光を第1、第2、第3の3つの色光に分離する色光分離手段と、前記第1、第2、第3の色光を、与えられた画像信号に基づいてそれぞれ変調し、第1、第2、第3の変調光として出射する第1、第2、第3の光変調手段と、前記第1、第2、第3の変調光を合成する色光合成手段と、前記色光合成手段から出射された合成光を投写する投写光学系と、を備え、前記投写型表示装置は、さらに、複数のレンズを有し、前記第3の色光を前記第3の光変調手段に導くための導光手段を備え、前記第3の色光は、前記色光分離手段で分離された3つの色光のうち、前記導光手段を通過することにより発生する光量の損失に対応する視感度が、前記第1、第2の色光よりも小さい色光であることを特徴とする。

【0006】上記構成では、第1、第2、第3の光変調手段から出射される第1、第2、第3の変調光は、色光合成手段によって合成され、投写光学系によって投写され、画像が表示される。したがって、第1、第2、第3の色光の光量比は等しいことが好ましい。一方、第3の色光は、導光手段において複数のレンズを通過するため、第1、第2の色光と比較して、光量損失が発生する。しかし、前記第3の色光は、第1、第2、第3の色光のうち、導光手段を通過することにより発生する光量

の損失に対応する視感度が、前記第1、第2の色光よりも小さい色光であるため、カラー画像の白バランスの劣化や色ムラを抑えることができる。

【0007】さらに、前記第3の色光は、前記偏光変換部を通過する際の光量の損失が、前記第1、第2の色光よりも少ない色光であれば、カラー画像の白バランスの劣化をさらに防ぐことができ、極めて質の良い画像を得ることが可能となる。

【0008】また、上記の投写型表示装置において、前記偏光照明手段は、さらに、前記光源から出射された光を複数の部分光束に分割する光束分割手段を備え、前記偏光変換部は、さらに、前記光束分割手段によって分割された前記複数の部分光束のそれぞれを2種類の直線偏光光に分離する偏光分離手段と、前記偏光分離手段により分離された2種類の直線偏光光を1種類の偏光光に変換する偏光変換手段と、を備え、前記偏光分離手段により分離された2種類の直線偏光光のうち少なくとも一方が前記偏光変換手段を通過することにより、前記2種類の直線偏光光が1種類の偏光光に変換される構成とすることが好ましい。

【0009】このような構成とすることにより、変調手段上の照明領域全体に渡って極めて均一な照明光を得ることができ、従って、さらに投写画像の色ムラを低減することが可能となる。

【0010】上記投写型表示装置において、前記複数のレンズのうち、少なくとも一つのレンズが有する少なくとも一つの曲面を非球面とすることが好ましい。

【0011】これにより、レンズの収差によって発生する画像のひずみを低減させることができるので、レンズの曲率を大きくすることができる。したがって、複数のリレーレンズで構成される導光手段を小型化でき、投写型表示装置の小型化が可能となる。

【0012】また、前記複数のレンズの少なくとも一つは、2つのレンズ曲面を有し、前記2つのレンズ曲面の曲率半径が互いに異なるようにしてもよい。

【0013】このようにしても、レンズの収差による問題を低減することができる。

【0014】なお、前記複数のレンズの少なくとも一つのレンズをプラスチックレンズとしてもよい。

【0015】プラスチックレンズとすれば、ガラスレンズに比べて安価で精度のよい非球面レンズや曲率半径が異なるレンズを製造することができる。ここで、プラスチックレンズは、アクリル樹脂を用いたものが一般的である。ただし、これに限定する必要はない。なお、プラスチックレンズを用いた場合、光の透過率がガラスレンズに比べて数%~10%程度悪くなるが、本発明の構成によれば、その影響を低減することができる。

【0016】また、上記投写型表示装置において、前記偏光変換部と前記色分離手段との間に集光レンズを設けて、前記集光レンズの曲面部の少なくとも一つを非球面

とし、かつ前記集光レンズとしてプラスチックレンズを用いてもよい。

【0017】このようにすれば、集光レンズによる収差を低減して、さらなる光損失を防ぐことができるため、偏光照明手段から出射して光変調手段に照射する照明光の効率を向上させることができる。また、より均一な照明を実現することができる。

【0018】さらに、また、上記投写型表示装置において、前記色光分離手段は、前記第1の色光のみを透過し前記第2および第3の色光を反射する第1のダイクロイックミラーと、該第1のダイクロイックミラーに略平行に配置され前記第2の色光を反射し前記第3の色光を透過する第2のダイクロイックミラーを備え、前記色光分離手段と前記第1、第2、第3の光変調手段のうち少なくとも1つとの間の光路上には、少なくとも可視光を反射する少なくとも1つの反射ミラーが配置され、前記第1および第2のダイクロイックミラーの基材は、白板ガラスであり、前記反射ミラーは青板フロートガラスであることが好ましい。

【0019】上記構成によれば、白板ガラスの光の透過率が比較的高いので、第1、第2のダイクロイックミラーの透過効率を比較的高くすることができる。一方、可視光を透過させる必要のない反射ミラーには比較的安価な青板フロートガラスを用いている。したがって、投写型表示装置において、光の利用効率を向上させるとともに、安価な投写型表示装置を提供することができる。

【0020】なお、上記投写型表示装置において、前記3つの色光が赤色光、緑色光および青色光であるときには、前記第3の色光が赤色光であることが好ましい。

【0021】赤色光は、緑色光、青色光と比較して、その光量の損失に対応する視感度が、前記第1、第2の色光よりも小さい色光であるため、カラー画像の白バランスの劣化や色ムラを抑えることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。図1は、この発明の実施例による投写型表示装置の概略平面図である。この投写型表示装置は、照明光学系100と、色光分離手段200と、導光手段220と、反射ミラー218と、2枚のフィールドレンズ240、242と、3枚の液晶ライトバルブ250、252、254と、クロスダイクロイックプリズム260と、投写レンズ系270とを備えている。

【0023】照明光学系100は、ほぼ平行な光束を出射する光源110と、第1のレンズアレイ120と、第2のレンズアレイ130と、入射光を所定の直線偏光光成分に変換する偏光変換部140と、集光レンズ150と、反射ミラー160とを備えている。照明光学系100は、被照明領域である3枚の液晶ライトバルブ250、252、254をほぼ均一に照明するための光学系である。

【0024】光源110は、放射状の光線を出射する放射光源としての光源ランプ112と、光源ランプ112から出射された放射光をほぼ平行な光線束として出射する凹面鏡114とを有している。凹面鏡114としては、放物面鏡を用いることが好ましい。

【0025】図2は、レンズアレイ120、130の外観を示す斜視図である。第1のレンズアレイ120は略矩形状の輪郭を有する小レンズ122がM行N列のマトリクス状に配列された構成を有している。この例では、M=10、N=8である。第2のレンズアレイ130も、第1のレンズアレイ120の小レンズ122に対応するように、小レンズがM行N列のマトリクス状に配列された構成を有している。各小レンズ122は、光源110（図1）から入射された平行な光束を複数の（すなわちM×N個の）部分光束に分割し、各部分光束を第2のレンズアレイ130の近傍で結像させる。各小レンズ122をz方向から見た外形形状は、液晶ライトバルブ250、252、254の形状とほぼ相似形をなすように設定されている。この実施例では、小レンズ122のアスペクト比（横と縦の寸法の比率）は4：3に設定されている。

【0026】図3は、偏光変換部140（図1）の構成を示す説明図である。この偏光変換部140は、レンズアレイ120、130によって分割された部分光束のそれぞれを2種類の直線偏光光（p偏光光、s偏光光）に分離する偏光分離手段としての偏光ビームスプリッタアレイ141と、この偏光分離手段によって分離されたp偏光光とs偏光光のうち、p偏光光をs偏光光に変換する偏光変換手段としての選択位相差板142とを備えている。偏光ビームスプリッタアレイ141は、それぞれ断面が平行四辺形の柱状の複数の透光性板材143が、交互に貼り合わされた形状を有している。透光性板材143の界面には、偏光分離膜144と反射膜145とが交互に形成されている。なお、この偏光ビームスプリッタアレイ141は、偏光分離膜144と反射膜145が交互に配置されるように、これらの膜が形成された複数枚の板ガラスを貼り合わせて、所定の角度で斜めに切断することによって作成される。偏光変換部140は、ランダムな偏光方向を有する光源110の光を、すべてs偏光光に変換することによって、投写型表示装置における光の利用効率を高めている。また、偏光変換部140においては光の吸収がほとんどないので、これに起因する発熱も少ない。

【0027】第1と第2のレンズアレイ120、130を通過した光は、偏光分離膜144でs偏光光とp偏光光とに分離される。s偏光光は、偏光分離膜144によってほぼ垂直に反射され、反射膜145によってさらに垂直に反射されてから出射される。一方、p偏光光は、偏光分離膜144をそのまま透過する。選択位相差板142は、偏光分離膜144を通過する光の出射面部分に

$\lambda/2$ 位相差層146が形成されており、反射膜145で反射された光の出射面部分は無色透明となっている光学素子である。従って、偏光分離膜144を透過したp偏光光は、 $\lambda/2$ 位相差層146によってs偏光光に変換されて出射する。この結果、偏光変換部140に入射したランダムな偏光方向を有する光束は、すべてs偏光光となって出射する。なお、 $\lambda/2$ 位相差層146の位置を、反射膜145の出射面側に移動させれば、出射する光をすべてp偏光光に変換することができる。また、この $\lambda/2$ 位相差層146は、投写スクリーン300(図1)に投写される画像の明るさを重視して、視感度の高い緑色光を効率よく透過するようにしている。図4は、 $\lambda/2$ 位相差層146の光の透過率を示す説明図である。この図からわかるように、青色光の透過率が他の色光に比べて低い特性を有している。

【0028】図3(A)から解るように、偏光変換部140から出射する2つのs偏光光の中心(2つのs偏光光の中央)は、入射するランダムな光束(s偏光光+p偏光光)の中心よりもx方向にずれている。このずれ量は、 $\lambda/2$ 位相差層146の幅 W_p (すなわち偏光分離膜144のx方向の幅)に等しい。このため、図1に示すように、光源110の光軸(2点鎖線で示す)は、偏光変換部140以降のシステム光軸(一点鎖線で示す)から、 $W_p/2$ に等しい距離Dだけずれた位置に設定されている。

【0029】図1に示す投写型表示装置において、光源110から出射された平行光束は、第1と第2のレンズアレイ120、130によって、複数の部分光束に分割される。第1のレンズアレイ120の小レンズ122および第2のレンズアレイの小レンズ132の集光作用によって、各部分光束を偏光変換部140の偏光分離膜144(図3)の近傍で結像する。第2のレンズアレイ130の各小レンズ132から出射された部分光束は、集光レンズ150に入射する。集光レンズ150は、これらの複数の部分光束を重畳させて、被照明領域である液晶ライトバルブ250、252、254に集光させる重畳光学系としての機能を有する。この結果、各液晶ライトバルブ250、252、254は、ほぼ均一に照明される。反射ミラー160は、集光レンズ150の出射光を反射して色光分離手段200の第1のダイクロイックミラー210に入射させるものである。

【0030】集光レンズの出射光は、フィールドレンズ240、242、244を通過して、その出射光の主光線が光軸に対して平行となり、被照明領域である液晶ライトバルブ250、252、254を照射する。ところで、集光レンズ150の収差が大きいときには、被照明領域を照明する光の利用効率が低下するという問題がある。

【0031】図5は、レンズの収差と被照明領域を照明する光の利用効率の関係を示す説明図である。ここで

は、被照明領域である液晶ライトバルブ252を他の液晶ライトバルブに代表して説明する。また、集光レンズ150の出射光が液晶ライトバルブ252を照射した照明領域のうち有効に照明光が照射されている領域を被照明領域PAと呼ぶことにする。図5(A)は、レンズの収差が小さい場合の照明領域Lと被照明領域PAとの関係を示している。この場合には、照明領域Lとほぼ同じ大きさの被照明領域PAを有効に照明することができるので、被照明領域を照明する光の利用効率が高い。一方、図5(B)は、レンズに収差があり、照明領域Lが収差の小さい場合(図5(A))に比べて大きく広がっている場合の照明領域Lと被照明領域PAとの関係を示している。この場合、照明領域Lは広がっているが、照明光全体の光量は収差が小さい場合となんら変わりが無いので、被照明領域PAを照明する光量が低下する。すなわち、被照明領域を照明する光の利用効率が低下する。また、図5(C)は、レンズに収差があり、照明領域Lが収差の小さい場合(図5(A))に比べて照明領域Lが縮んでいる場合の照明領域Lと被照明領域PAとの関係を示している。この場合、照明領域Lが縮んでいるので、有効に照明可能な被照明領域PAの大きさが小さくなってしまい、結果として、被照明領域PAを照明する光の利用効率が低下する。

【0032】したがって、集光レンズ150による収差は小さいことが好ましい。本実施例では、出射面を凸面とする平凸レンズとしているが、レンズ収差によって、光の利用効率の低下が問題となるときには、これを低減すべく、種々の形状に変形することが好ましい。例えば、平凸レンズを入射面側が凸面となるように配置してもよい。また、両凸レンズを使用し、光の入射面側と出射面側の曲率を変えたものでもよい。さらに、凸面部を非球面とすることも好ましい。なお、非球面形状も種々の形状をとることができるが、収差を低減するように収差の状況に応じて対応すればよい。例えば、レンズ凸面の中心の曲率と、外側の曲率を変えたレンズ等がある。

【0033】色光分離手段200は、2枚のダイクロイックミラー210、212を備え、集光レンズ150で集光された白色光を、赤、緑、青の3色の色光に分離する。なお、ダイクロイックミラー210、212は、反射と透過の両機能を有するため、透過する光の透過効率をできる限り向上させることが好ましい。したがって、その基材としては、光の透過率の高い白ガラスを用いたダイクロイックミラーを用いることが好ましい。

【0034】第1のダイクロイックミラー210は、照明光学系100から出射された白色光束の青色光成分を透過させるとともに、赤色光成分と緑色光成分とを反射する。第1のダイクロイックミラー210を透過した青色光は、反射ミラー218で反射され、フィールドレンズ240を通過して青光用の液晶ライトバルブ250に達する。フィールドレンズ240を通過した各部分光束は、

ほぼ平行な光束となる。他の液晶ライトバルブの前に設けられたフィールドレンズ242、244も同様である。

【0035】第1のダイクロイックミラー210で反射された赤色光と緑色光のうち、緑色光は第2のダイクロイックミラー212によって反射され、フィールドレンズ242を通過して緑光用の液晶ライトバルブ252に達する。一方、赤色光は、第2のダイクロイックミラー212も透過し、導光手段220に入射する。

【0036】導光手段220は、入射側レンズ230と、中間レンズ（リレーレンズ）232と、反射ミラー222、224とを有するリレー光学系と、出射側レンズ（フィールドレンズ）244とを備えている。この導光手段220は、入射レンズ230、リレーレンズ230の集光作用により、集光レンズ150から出射した光の拡散を低減し、光の利用効率向上を図るものである。

【0037】導光手段220を構成するレンズは、導光手段220の光路長をできる限り短くするために、レンズ凸面の曲率を可能な限り大きくすることが好ましい。ここで、液晶ライトバルブ254を照射する赤色光は、その主光線が光軸に対して平行となることが好ましい。しかしながら、レンズ凸面の曲率が大きくなると、レンズ収差により、光軸に対して角度を持った光が発生し、光の利用効率の低下や投写画像のひずみを発生させる。このような、レンズ収差を低減する手段として、レンズ曲面を非球面とすることが好ましい。本実施例では、入射側レンズ230を出射面側よりも入射面側の凸面の曲率が大きくかつ非球面形状としている。このような特殊形状のレンズは、アクリル樹脂等を材料とするいわゆるプラスチックレンズによれば、安価で高精度に実現することができる。なお、プラスチックレンズとしては、吸水性や耐熱性、光の透過率に優れるものを利用することが好ましい。

【0038】また、入射側レンズ230の形状はこれに限定されるものではない。導光手段の目的、すなわち光の拡散を防止し光の利用効率を向上させるとともに、レンズ収差を低減可能な形状であればよい。例えば、平凸形状や両凸形状、あるいは、片面非球面や両面非球面形状、またはこれらの組み合わせによる形状等が考えられる。また、入射側レンズ230だけでなく、中間レンズ232や出射側レンズ244も同様に非球面形状のレンズとすることができる。

【0039】導光手段220に入射した赤色光は、入射側レンズ230および反射ミラー222を経て、中間レンズ232に導かれ、この中間レンズ232内に集光された後、反射ミラー224を経て出射側レンズ244に導かれ、この出射側レンズ244を透過した後に、赤色光用の液晶ライトバルブ254に達する。

【0040】3枚の液晶ライトバルブ250、252、254は、与えられた画像情報（画像信号）に従って、

3色の色光をそれぞれ変調して画像を形成する光変調手段としての機能を有する。クロスダイクロイックプリズム260は、3色の色光を合成してカラー画像を形成する色光合成手段としての機能を有する。クロスダイクロイックプリズム260で生成された合成光は、投写レンズ系270の方向に出射する。投写レンズ系270は、この合成光を投写スクリーン300上に投写して、カラー画像を表示する投写光学系としての機能を有する。

【0041】本例は、導光手段220を通過する色光を赤色光とすることに特徴を有する。導光手段220を構成する入射側レンズ230は上述したようにプラスチックレンズである。プラスチックレンズは、ガラスレンズに比べて、光の透過率が、一般的に数%～10%程度悪く、導光手段220を通過する色光の光量が低下する。また、短波長側の色光、すなわち、青色光の方が透過率が悪い傾向にある。したがって、赤色光、青色光、緑色光の3色の光を合成することによりカラー画像を形成する投写型表示装置においては、導光手段を通過する色光の光量の損失は、合成された色光の色を変化させる結果を招く。

【0042】図6は、赤色光、青色光、緑色光により合成された任意の色光において、各色光の輝度を変化させたときに発生する色変化を示す色度図である。この色度図は、色度図上の等距離が知覚的に等しい差となるCIE1976UCS色度図である。図に示すように、元色の色度座標（0.1863, 0.4639）に対して、赤色光を10%、20%、30%変化させても座標の変化は（+0.0053, +0.0012）、（+0.0104, +0.0023）、（+0.0152, +0.0035）程度である。一方青色光を10%、20%、30%変化させると座標の変化は（-0.0001, -0.0078）、（-0.0003, -0.0152）、（-0.0004, -0.0223）と赤色光に対して大きく大きく変化することがわかる。また、緑色光も青色光と同様である。すなわち、青色光や緑色光の光量変化は、赤色光の光量変化に比べて、知覚的な色変化への影響が大きい。したがって、導光手段220を通過する色光を青色光や緑色光とすることは好ましくない。そこで、本発明では、図6の結果から、光の光量が多少変化しても合成光の色に変化をあまり与えない赤色光が、導光手段220を通過する配置とした。

【0043】また、前述したように、 $\lambda/2$ 位相差層146（図3）は画像の明るさを重視して緑色光の透過を最適化した特性とするために、偏光照明装置100（図1）から出射される青色光の光量は、図4に示すように低くなる。また、前述したように、各液晶ライトバルブを照射する色光の主光線が光軸に平行となるように、集光レンズ150（図1）の形状を非球面形状のような特殊形状とするために、プラスチックレンズを使用するときには、さらに、青色光の光量が低下することになる。

したがって、従来の投写型表示装置（図7）のように、導光手段220の通過光を青色光とすると、導光手段220における光量損失もあわせて一層の光量低下が発生することになり、カラー画像の白バランスの劣化や色ムラを招くことになる。しかしながら、本実施例では光の光量が多少変化しても合成光の色に変化をあまり与えない赤色光が、導光手段220を通過する配置とされているので、青色光の光の利用効率を改善させることができる。

【0044】なお、本実施例では、赤色光、青色光、緑色光のうち、光の光量変化に対して合成光の色変化の影響が最も小さい赤色光が導光手段220を通過する配置としたが、他の種類の色光を使用する場合は、それらの色光のうち、光の光量変化に対して合成光の色変化の影響が最も小さい色光を利用することが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例による投写型表示装置の概略平面図。

【図2】レンズアレイ120、130の外観を示す斜視図。

【図3】偏光変換部140の構成を示す説明図。

【図4】 $\lambda/2$ 位相差層146の光の透過率を示す説明図。

【図5】レンズの収差と被照明領域を照明する光の利用効率の関係を示す説明図。

【図6】赤色光、青色光、緑色光により合成された任意の色光において、各色光の輝度を変化させたときに発生する色変化を示す色度図。

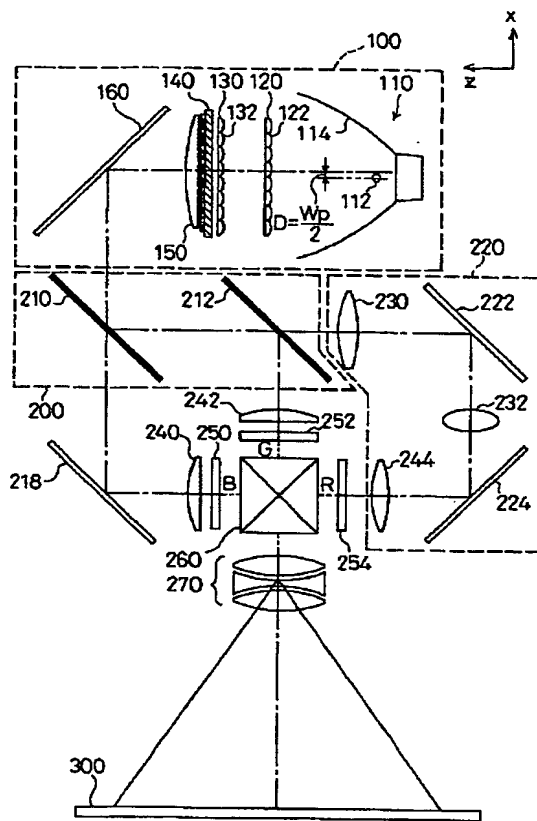
【図7】従来の投写型表示装置の概略構成図。

【符号の説明】

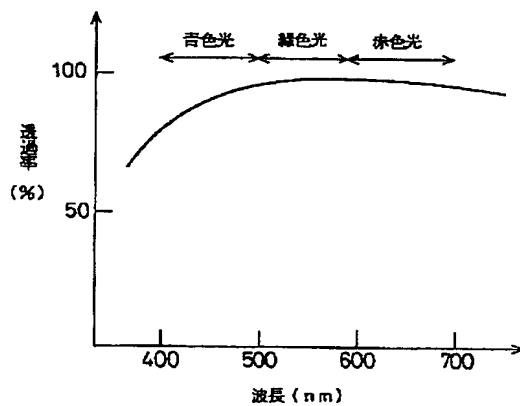
100…照明光学系
110…光源
1000…偏光照明装置
1110…光源部
112…光源ランプ
1120…第1の光学素子
1130…第2の光学素子
114…凹面鏡
120…第1のレンズアレイ

1200…青色光緑色光反射ダイクロイックミラー
1210…緑色光反射ダイクロイックミラー
122…小レンズ
130…第2のレンズアレイ
1300…反射ミラー
132…小レンズ
140…偏光変換素子
1400、1410、1420…液晶ライトバルブ
141…偏光ビームスプリッタアレイ
142…選択位相差板
143…透光性板材
144…偏光分離膜
145…反射膜
150…集光レンズ
1500…導光手段
1502…入射側レンズ
1503…反射ミラー
1504…リレーレンズ
1505…反射ミラー
1506…出射側レンズ
160…反射ミラー
1600…ダイクロイックプリズム
1700…投写レンズ
1800…スクリーン
200…色光分離手段
210…第1のダイクロイックミラー
212…第2のダイクロイックミラー
218…反射ミラー
220…導光手段
222、224…反射ミラー
230…入射側レンズ
232…中間レンズ（リレーレンズ）
240、242…フィールドレンズ
242…出射側レンズ（フィールドレンズ）
250、252、254…液晶ライトバルブ
260…クロスダイクロイックプリズム
270…投写レンズ系
300…投写スクリーン

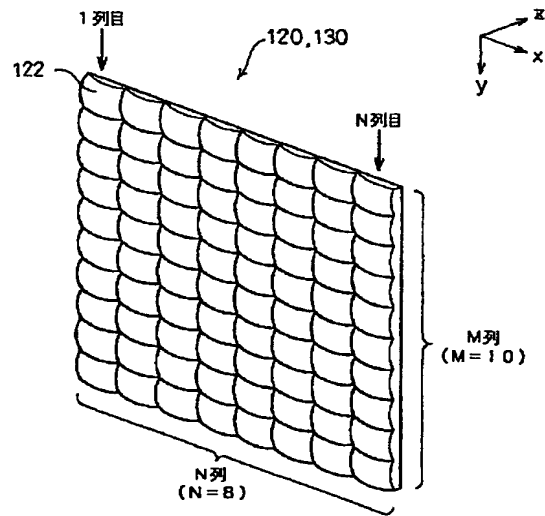
【図1】



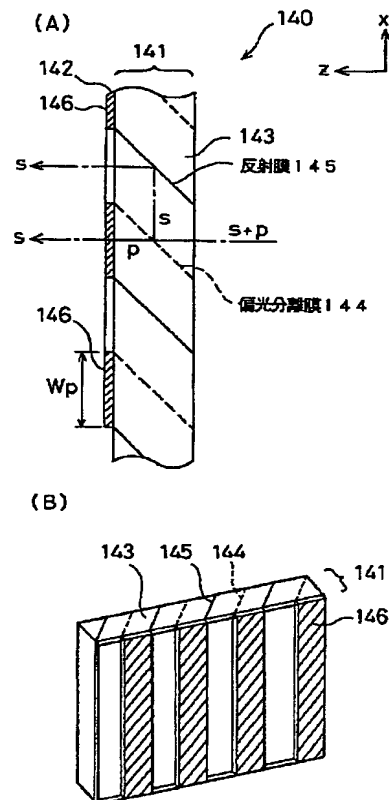
【図4】



【図2】

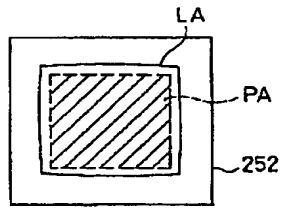


【図3】

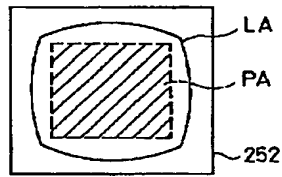


【図5】

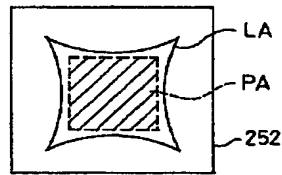
(A) 収差小



(B) 収差大

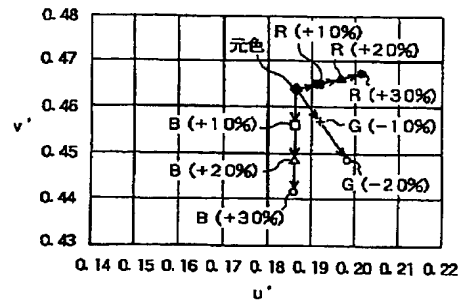


(C) 収差大



【図6】

CIE1978UCS色度図



【図7】

